



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 198 00 654 A 1

⑯ Int. Cl. 6:  
F 01 N 3/20

⑯ Aktenzeichen: 198 00 654.3  
⑯ Anmeldetag: 9. 1. 98  
⑯ Offenlegungstag: 15. 7. 99

⑯ Anmelder:  
Emitec Gesellschaft für Emissionstechnologie  
mbH, 53797 Lohmar, DE

⑯ Vertreter:  
Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,  
Dost, Altenburg, Geissler, Isenbruck, 40474  
Düsseldorf

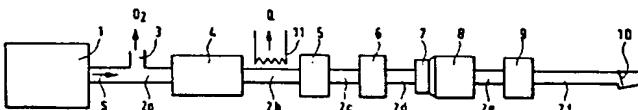
⑯ Erfinder:  
Brück, Rolf, 51429 Bergisch Gladbach, DE; Hirth,  
Peter, 53797 Lohmar, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
JP 1-253520 A., In: Patents Abstracts of Japan,  
M-915, Jan. 8, 1990, Vol. 14, No. 3;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑯ Beheizbare Katalysatoranordnung mit vorgeschalteter Wasserfalle

⑯ Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung zum Reinigen eines Abgasstromes eines Verbrennungsmotors (1). Die Anordnung enthält in Strömungsrichtung (S) des Abgases hintereinander eine erste Wasserfalle (5), einen elektrisch beheizbaren Wabenkörper (7) und einen Wabenkörper (8) mit katalytisch aktiver Beschichtung, die zumindest die Oxidation fördert, wobei der elektrisch beheizbare Wabenkörper (7) und der Wabenkörper (8) mit katalytisch aktiver Beschichtung auch ganz oder teilweise eine Baueinheit bilden können. Eine solche Anordnung kann als kleines Zusatzsystem hinter einem Dreiwegekatalysator geschaltet werden, um die Abgasreinigung während der Kaltstartphase sicherzustellen. Es kann auch größer dimensioniert die gesamte Abgasreinigung übernehmen. Der durch die vorgeschaltete Wasserfalle (5) trockene elektrisch beheizbare Wabenkörper (7) erreicht schnell die für eine katalytische Umsetzung notwendige Temperatur von nur ca. 70 bis 90°C und benötigt dazu weniger elektrische Energie als herkömmliche Systeme. Die Anordnung erlaubt die Reduzierung von Schadstoffen in Abgasen von Kraftfahrzeugen auf extrem niedrige Werte.



## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung zum Reinigen eines Abgasstromes eines Verbrennungsmotors. Bei der Reinigung von Kraftfahrzeugabgasen werden immer niedrigere Grenzwerte für den Schadstoffausstoß angestrebt, um die Umwelt zu entlasten. Ein besonderer Problembereich bei der Abgasnachbehandlung ist die Kaltstartphase des Verbrennungsmotors, in welcher typischerweise größere Mengen von Kohlenwasserstoffen aus dem Abgas entfernt werden müssen. Auch Kohlenmonoxid soll zu Kohlendioxid oxidiert werden, so daß in der Kaltstartphase im wesentlichen Oxidationsprozesse durch katalytisch aktive Materialien gefördert werden müssen. Beim späteren Lastbetrieb eines Verbrennungsmotors werden zur Abgasreinigung im allgemeinen Drewegekatalysatoren eingesetzt, welche gleichzeitig oxidierbare Bestandteile oxidieren und Stickoxide reduzieren können.

Besonders für die Reinigung von Abgas in der Kaltstartphase ausgebildete Abgasreinigungssysteme sind beispielsweise in der EP 0 638 710 A2 und der EP 0 485 179 A2 beschrieben. Solche Systeme können zahlreiche Komponenten enthalten, nämlich Drewegekatalysatoren, Kohlenwasserstoffadsorber und beheizbare Wabekörper. Dabei gibt es auch unterschiedliche Systeme, welche der einzelnen Komponenten eines Abgasreinigungssystems mit welcher Art von katalytisch aktiver Beschichtung versehen sein sollten.

Für solche Abgassysteme besonders geeignete elektrisch beheizbare Komponenten, die in der Kaltstartphase das schnelle Erreichen einer für die katalytische Reaktion notwendigen Mindesttemperatur sicherstellen, sind zum Beispiel in der WO 96/10127 beschrieben. Bei Anordnungen mit elektrisch beheizbaren Wabekörpern war man zunächst davon ausgegangen, daß eine Temperatur von etwa 250°C erreicht werden muß bevor eine katalytisch aktive Beschichtung die gewünschten Oxidationsprozesse bewirken konnte.

Aufgrund späterer Erkenntnisse läßt sich jedoch die Temperatur, bei der ein katalytisch aktives Material die Oxidation von Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffen auslösen kann, erheblich senken, wenn der Träger dieses katalytisch aktiven Materials im wesentlichen trocken gehalten werden kann. Es wurden Beschichtungen entwickelt, welche wie üblich auf einen mit keramischem Washcoat beschichteten Wabekörper aufgebracht werden können, welche schon deutlich unter 100°C, beispielsweise bei 70–80°C als Oxidationskatalysatoren wirken, sofern der Wabekörper und die keramische Beschichtung trocken sind. Zum Trocknen können dabei sogenannte Wasserfallen eingesetzt werden, die Materialien enthalten, die Wasser unterhalb einer bestimmten Temperatur in großen Mengen auffangen und speichern können. Abgassysteme mit solchen Wasserfallen in verschiedenen Ausführungen und die dafür benötigten Materialien sind beispielsweise in der WO 96/39576 beschrieben.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Ziel der vorliegenden Erfindung, verschiedene aus dem Stand der Technik bekannte Komponenten zur Abgasreinigung so zu kombinieren, daß eine besonders effektive Abgasreinigung zur Erzielung besonders niedriger Anteile von Schadstoffen im Auslaß erreicht wird. Ein besonderes Ziel ist es dabei, die Abgasreinigung in der Kaltstartphase zu verbessern und auf motornah hochbelastete Komponenten im Abgasstrang verzichten zu können. Angestrebt werden auch besonders einfach aufgebaute sehr effektive Abgasreinigungssysteme, wobei die in diesen Systemen enthaltenen elektrisch beheizbaren Wabekörper einen geringeren Energiebedarf gegenüber bekannten Anordnungen haben sollen. Auch sollen geeignete Verfahren zum Betrieb solcher Anordnungen ange-

geben werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe dienen eine Anordnung gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren gemäß Anspruch 13. Vorteilhafte und besonders bevorzugte Ausführungsformen sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

Eine erfindungsgemäße Anordnung zum Reinigen eines Abgasstromes eines Verbrennungsmotors enthält in Strömungsrichtung des Abgases hintereinander folgende Komponenten:

10 eine erste Wasserfalle, einen elektrisch beheizbaren Wabekörper und einen Wabekörper mit katalytisch aktiver Beschichtung, die zumindest die Oxidation fördert. Dabei können der elektrisch beheizbare Wabekörper und der Wabekörper mit katalytisch aktiver Beschichtung auch ganz oder teilweise eine Baueinheit bilden.

Wie weiter unten noch ausführlich erläutert wird, kann eine solche Anordnung je nach ihrer Dimensionierung in zwei verschiedenen Funktionen eingesetzt werden. Bei einer relativ kleinen Dimensionierung des elektrisch beheizbaren Wabekörpers und des Wabekörpers mit katalytisch aktiver Beschichtung kann diese Anordnung hinter ein übliches Abgasreinigungssystem, beispielsweise einen Drewegekatalysator geschaltet werden. In diesem Falle dient die Anordnung hauptsächlich zur Oxidation von Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffen während der Kaltstartphase, während das vorgeschaltete Abgasreinigungssystem die Abgasreinigung im Lastbetrieb übernimmt und die nachgeschaltete Anordnung höchstens noch geringe Schadstoffreste umsetzt.

30 Die Wasserfalle hält die beiden nachgeschalteten Komponenten trocken, so daß eine katalytische Reaktion schon bei Temperaturen von 70–80°C möglich ist. Da in der Kaltstartphase nur ein geringer Abgasstrom im Abgassystem strömt, kann der elektrisch beheizbare Wabekörper eine solche Temperatur viel schneller und/oder mit geringerer elektrischer Energie erreichen als in herkömmlichen Systemen ohne Wasserfalle, in denen er auf mindestens 250°C gebracht werden muß. Typischerweise ist der elektrisch beheizbare Wabekörper zumindest mit einer Oxidationsbeschichtung versehen, so daß er sofort bei Erreichen der für die katalytische Reaktion notwendigen Temperatur beginnt, exotherme Oxidationsreaktionen zu katalysieren, welche dann die Abgastemperatur schlagartig weiter anheben und einen dahinterliegenden Wabekörper mit ebenfalls zumindest oxidierend wirkender katalytisch aktiver Beschichtung ebenfalls auf Reaktionstemperatur bringen. Eine fast vollständige Reinigung des Abgases von Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffen beginnt daher schon nach wenigen Sekunden. Die Wasserfalle muß so dimensioniert sein, daß sie aus dem Verbrennungsmotor kommenden Wasserdampf so lange speichern kann, bis die katalytische Reaktion im elektrisch beheizbaren Wabekörper und/oder dem nachgeschalteten Wabekörper mit katalytisch aktiver Beschichtung begonnen hat. Danach kann sich die Wasserfalle mit dem Abgasstrom aufwärmen und das gespeicherte Wasser wieder abgeben, ohne daß dies die Abgasreinigung beeinträchtigt. Im weiteren Verlauf des Betriebs des Verbrennungsmotors erreicht dann auch das eigentliche Katalysatorsystem seine Betriebstemperatur und übernimmt dann im wesentlichen die Abgasreinigung. Das nachgeschaltete System wird dadurch nicht überhitzt, sondern kühl unter Umständen sogar wieder etwas ab.

55 Vorteilhaft kann es sein, Wasserfalle und elektrisch beheizbare Wabekörper relativ weit vom Motor entfernt im Kraftfahrzeug anzuordnen, um die Temperaturbelastung und Alterung dieses Systems beim Lastbetrieb gering zu halten.

60 Es sei darauf hingewiesen, daß der elektrisch beheizbare

Wabenkörper und der Wabenkörper mit katalytisch aktiver Beschichtung eine einzige Baueinheit bilden können, im Extremfall also nur ein beheizbarer Wabenkörper mit genügend großer Oberfläche mit katalytisch aktiver Beschichtung vorhanden sein muß. Besonders bevorzugt ist allerdings eine Ausführungsform, bei der ein sehr kurzer elektrisch beheizbarer Wabenkörper direkt einem Wabenkörper vorgeschaltet ist und sich an diesem abstützt, wie es beispielsweise in der WO 96/10127 beschrieben ist.

Um den Wabenkörper mit katalytisch aktiver Beschichtung und/oder den elektrisch beheizbaren Wabenkörper auch bei Stillstand des Kraftfahrzeugs trocken zu halten kann im einfachsten Fall eine Rückschlagklappe im Abgasystem vorgesehen werden, welche vom Abgas geöffnet wird und im wesentlichen dichtend schließt, wenn kein Abgas strömt.

Zusätzlich oder alternativ kann auch eine zweite Wasserfalle am Ende des Abgasstranges vorgesehen werden, welche bei Stillstand eventuell in das System eindringende Luftfeuchtigkeit über lange Zeiträume aufnehmen kann, ohne daß die davor liegenden Wabenkörper feucht werden.

Wird die erfindungsgemäße Anordnung in Verbindung mit einem üblichen Dreiwegekatalysator benutzt, so braucht dieser nicht mehr motornah angeordnet zu sein, sondern kann 30 cm oder mehr vom Auslaß des Verbrennungsmotors entfernt sein. Da ein Verbrennungsmotor während der Kaltstartphase im allgemeinen mit einem fetten Gemisch betrieben wird, d. h. mit einem überstöchiometrischen Verhältnis von Kraftstoff zu Luft, muß hinter dem Verbrennungsmotor irgendwo Sekundärluft eingespeist werden, um die katalytische Umsetzung des überschüssigen Kraftstoffs zu ermöglichen. Da diese Sekundärluft das aus dem Verbrennungsmotor strömende Abgas abkühlt, wurde die Einspeisung oft zwischen einem Vorkatalysator und einem Hauptkatalysator vorgenommen, damit der Vorkatalysator sich schneller aufheizen konnte. Dies spielt bei der vorliegenden Erfindung keine Rolle, so daß der Einlaß für Sekundärluft irgendwo zwischen Verbrennungsmotor und der ersten Komponente des Abgasreinigungssystems erfolgen kann. Für ganz besonders hohe Anforderungen an die Abgasreinigung während der Kaltstartphase kann irgendwo vor dem elektrisch beheizbaren Wabenkörper noch ein Kohlenwasserstoffadsorber vorgesehen werden, welcher zunächst die Kohlenwasserstoffe im Abgas adsorbiert, bis der elektrisch beheizbare Wabenkörper eine für die katalytische Reaktion genügend hohe Temperatur hat. Bei dem erfindungsgemäßen Abgasreinigungssystem wird ein Kohlenwasserstoffadsorber bevorzugt zwischen der ersten Wasserfalle und dem elektrisch beheizbaren Wabenkörper angeordnet. Solche Kohlenwasserstoffadsorber sind im allgemeinen mit speziellem Zeolith beschichtete Wabenkörper, wie sie im zitierten Stand der Technik beschrieben sind.

Wasserfallen, Kohlenwasserstoffadsorber, aber auch generell katalytisch aktive Beschichtungen können durch sehr hohe Temperaturen geschädigt werden, einen Vorgang, den man auch Alterung nennt. Da es für die Funktionsfähigkeit der erfindungsgemäßen Anordnung nicht auf die Temperatur des anströmenden Abgases ankommt, kann die ganze Anordnung relativ weit entfernt vom Verbrennungsmotor in einem Kraftfahrzeug angeordnet werden, wodurch das Risiko einer Alterung der Komponenten verringert wird. Falls eine solche Anordnung nicht möglich ist, können auch vor der ersten Wasserfalle oder gegebenenfalls einem davor angeordneten Kohlenwasserstoffadsorber Mittel zur Abfuhr von Wärme vorgesehen werden. Im einfachsten Fall können dies als Wärmetauscher konstruierte Abgasleitungen sein. Möglich ist aber auch eine Zwangskühlung, die wiederum geregelt oder ungeregelt erfolgen kann. Dies bietet sich be-

sonders an, wenn der erfindungsgemäßen Anordnung ein üblicher Dreiwegekatalysator vorgeschaltet ist, der im Lastbetrieb durch exotherme Reaktionen die Temperatur des Abgases noch steigert. In diesem Falle ist es vorteilhaft, die Abgastemperaturen vor Erreichen der übrigen Komponenten des Systems wieder zu senken.

Die erfindungsgemäße Anordnung kann auch so dimensioniert werden, daß sie allein ohne vorgeschalteten Dreiwegekatalysator die gesamte Abgasreinigung ab der Kaltstart-

phase übernehmen kann. In diesem Falle muß natürlich der Wabenkörper mit katalytisch aktiver Beschichtung hinter dem elektrisch beheizbaren Wabenkörper ein genügend großes Volumen haben, um im Lastbetrieb die gesamte Umsetzung zu gewährleisten. In diesem Falle muß er eine Dreiwegebeschichtung aufweisen. Der elektrisch beheizbare Wabenkörper sollte zumindest eine die Oxidation fördernde katalytisch aktive Beschichtung aufweisen. Eine bevorzugte Anordnung für dieses Einsatzgebiet enthält daher in Strömungsrichtung hintereinander eine Wasserfalle, einen elektrisch beheizbaren Katalysator, einen Wabenkörper mit katalytisch aktiver Dreiwegebeschichtung und gegebenenfalls eine zweite Wasserfalle und/oder Rückschlagklappe. Außerdem kann das System bei Bedarf noch einen Kohlenwasserstoffadsorber enthalten.

Es sei darauf hingewiesen, daß die Komponenten elektrisch beheizbarer Wabenkörper und Wabenkörper mit katalytisch aktiver Beschichtung in verschiedenen Formen verwendet werden können. So kann ein elektrisch beheizbarer Wabenkörper an einem nachgeordneten Wabenkörper abgestützt oder sogar in einen solchen größeren Wabenkörper integriert sein. Auch kann der Wabenkörper mit katalytisch aktiver Beschichtung mehrere einzelne Teilkörper umfassen.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der elektrisch beheizbare Wabenkörper spätestens ab dem Start des Verbrennungsmotors beheizt. Bei Systemen ohne Kohlenwasserstoffadsorber könnte eine Beheizung schon 1 bis 5 Sekunden vor dem Start des Verbrennungsmotors beginnen, um eine vollständige Abgasreinigung bereits von Anfang an zu gewährleisten. Schaltungen, die die Beheizung rechtzeitig auslösen, z. B. beim Öffnen der Tür, beim Hinsetzen des Fahrers auf den Fahrersitz oder beim Einstecken des Zündschlüssels, sind bekannt. Da die für den Beginn der katalytischen Reaktion notwendige Temperatur bei trockenen Wabenkörpern sehr niedrig ist, beispielsweise 70–80°C, ist nur eine geringe Heizzeit und/oder eine geringere elektrische Leistung zur Beheizung erforderlich. Es besteht daher eine große Freiheit in der Dimensionierung des elektrisch beheizbaren Wabenkörpers.

Die erfindungsgemäße Anordnung erlaubt in besonders problemloser Weise die für ein günstiges Verhalten des Verbrennungsmotors erforderliche Betriebsweise beim Kaltstart. Der Verbrennungsmotor kann zunächst mit einem fetten Kraftstoff-Luftgemisch betrieben werden, wobei am Einlaß für Luft Sekundärluft zugegeben wird, bis der Verbrennungsmotor mit einem stöchiometrischen Verhältnis von Kraftstoff und Luft oder sogar mit einem mageren Kraftstoff-Luftgemisch betrieben werden kann. Es sei darauf hingewiesen, daß die erfindungsgemäße Anordnung sich auch als Zusatzkomponente für die Abgasreinigung während der Kaltstartphase bei Abgasanlagen von Magermotoren eignet. Die Umschaltung von fettem Betrieb auf stöchiometrisches oder unterstöchiometrisches Gemisch erfolgt bevorzugt in Abhängigkeit von der gemessenen oder berechneten Temperatur des für den Lastbetrieb ausgelösten Dreiwegekatalysators, nämlich wenn dieser die notwendige Temperatur für die katalytische Umsetzung erreicht hat.

Bei der Verwendung von Wasserfallen im Abgassystem

sind Konstellationen und Betriebsweisen möglich, bei denen eine Wasserfalle bis zur Grenze ihrer Aufnahmefähigkeit mit Wasser gesättigt würde und ihre Funktion verlieren könnte, wenn keine Zusatzmaßnahme vorgesehen wird. Für solche Fälle kann eine Wasserfalle mit einer elektrischen Beheizung ausgestattet werden, die während des Betriebs des Verbrennungsmotors und/oder nach dessen Abschalten zur Trocknung der Wasserfalle eingeschaltet wird.

Es sei darauf hingewiesen, daß für schwefelhaltige Kraftstoffe, wie sie derzeit noch Verwendung finden, zur Vermeidung von Schädigungen oder Vergiftungen der Komponenten des Abgasreinigungssystems noch eine Schwefel-Falle vorgesehen werden kann, d. h. ein Wabenkörper mit einer Schwefel absorzierenden Beschichtung. Bevorzugt wird diese vor der am stärksten durch Schwefel gefährdeten Komponente eingebaut, aber so weit vom Motor entfernt, daß eine thermische Schädigung der Schwefel-Falle vermieden wird. Ein günstiger Einbauort liegt beispielweise unmittelbar vor der ersten Wasserfalle eines Systems.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert, die zwei Ausführungsbeispiele zeigt, ohne daß die Erfindung auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt ist. Es zeigen:

Fig. 1 eine Anordnung zum Reinigen von Abgas mit einem Dreiwegekatalysator und nachgeschaltetem erfindungsgemäßen Reinigungssystem für die Kaltstartphase und

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Anordnung für die Kaltstartphase und den Lastbetrieb.

Fig. 1 zeigt in schematischer Form den Aufbau eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Anordnung zum Reinigen eines Abgasstromes. Die von einem Verbrennungsmotor 1 abgegebenen Abgase durchströmen den Abgasstrang 2a, 2b, 2c, 2e, 2f in Strömungsrichtung S. Ein Lufteinlaß 3 dient zur Einspeisung von Sekundärluft, vorzugsweise während der Kaltstartphase. Es folgt ein Dreiwegekatalysator 4, der im Lastbetrieb die Abgasreinigung bewirkt, indem er Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe oxidiert und Stickoxide reduziert. Es folgt ein Teilabschnitt 2b des Abgasstranges, welcher bevorzugt Mittel 11 zur Abfuhr von Wärme Q aufweist, um die Alterung der nachfolgenden Komponenten durch hohe Temperaturen zu vermeiden. Darauf folgt eine erste Wasserfalle 5, welche alles im Abgas und der Sekundärluft enthaltene Wasser solange speichert, bis die katalytische Reaktion in den nachfolgenden Komponenten eingesetzt hat. Im weiteren Verlauf des Abgasstranges kann noch ein Kohlenwasserstoffadsorber 6 vorhanden sein, wenn die Abgabe von Kohlenwasserstoffen auf einen extrem niedrigen Wert reduziert werden soll. Dann folgt ein elektrisch beheizbarer Wabenkörper 7 und ein Wabenkörper mit einer katalytisch aktiven Beschichtung 8. Auch der elektrisch beheizbare Wabenkörper 7 hat vorzugsweise eine katalytisch aktive Beschichtung, welche zumindest die Oxidation fördert, insbesondere die von Kohlenmonoxid. Auch der Wabenkörper 8 mit katalytisch aktiver Beschichtung dient bevorzugt der Förderung der Oxidation.

Diesem nachgeschalteten kann im Abgassystem noch eine zweite Wasserfalle vorhanden sein, welche bei Stillstand des Verbrennungsmotors das Eindringen von Feuchtigkeit durch den Auslaß des Abgassystems verhindert. Diesem Zweck kann zusätzlich oder alternativ auch eine Rückschlagklappe 10 dienen.

Eine oder beide Wasserfälle können auch elektrisch beheizbar sein, falls aufgrund der Gesamtkonstellation der Abgasreinigungsanlage die Möglichkeit besteht, daß eine oder beide Wasserfälle beim Betrieb des Verbrennungsmotors nicht vollständig getrocknet werden können. Solche Situationen können bei häufigen kurzen Kaltstartphasen ohne da-

zischenliegende längere Lastphasen unter Umständen auftreten. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel der Erfindung wird die erfindungsgemäße Anordnung, bestehend aus mindestens einer ersten Wasserfalle 5, einem elektrisch beheizbaren Wabenkörper 7 und einem Wabenkörper 8 mit katalytisch aktiver Beschichtung als Zusatzsystem zu einem üblichen Dreiwegekatalysator eingesetzt, um das Abgas auch in der Kaltstartphase effektiv zu reinigen. Dabei können der elektrisch beheizbare Wabenkörper 7 und der Wabenkörper 8 mit katalytisch aktiver Beschichtung auch eine Baueinheit bilden und gegebenenfalls zusammen auch nur einen einzigen katalytisch aktiv beschichteten Wabenkörper mit elektrischer Beheizung bilden. Die erfindungsgemäße Anordnung ermöglicht den Verzicht auf einen Startkatalysator und erlaubt, einen Dreiwegekatalysator genügend weit vom Motor entfernt anzurordnen, daß er keinen extremen thermischen Belastungen mehr ausgesetzt ist. Außerdem kann die Einspeisung von Sekundärluft an beliebiger Stelle vor den Abgasreinigungskomponenten erfolgen.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in Fig. 2 dargestellt, wobei hier die erfindungsgemäße Anordnung die gesamte Abgasreinigung übernimmt, ohne daß sie motornah angeordnet sein muß. Es ist sogar vorteilhaft, wenn diese Anordnung so weit vom Motor entfernt ist, daß sie nicht durch extreme Abgastemperaturen belastet wird. Gemäß Fig. 2 strömen die Abgase eines Verbrennungsmotors 1 in Strömungsrichtung S durch den Abgasstrang 12a, 12b, 12c, 12d, 12e. Ein Einlaß 3 für Sekundärluft liegt irgendwo im ersten Teilabschnitt 12a des Abgasstranges. Eine erste Wasserfalle 5 speichert alle im Abgas enthaltenen Wasseranteile bis ein nachfolgender elektrisch beheizbarer Wabenkörper 17 und ein darauf folgender Wabenkörper mit katalytisch aktiver Beschichtung 18 die katalytische Umsetzung gestartet haben. Wiederum können am Ende des Abgasstranges eine zweite Wasserfalle 9 und/oder eine Rückschlagklappe 10 zum Trockenhalten des Systems bei Stillstand vorgesehen werden. Auch das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 kann einen hier nicht dargestellte Kohlenwasserstoffadsorber enthalten. Wichtig für das Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist, daß der Wabenkörper mit katalytisch aktiver Beschichtung 18 genügend groß ist, um auch bei Lastbetrieb die völlige katalytische Umsetzung schädlicher Abgasbestandteile zu ermöglichen. Es handelt sich also um einen relativ weit vom Motor entfernt angeordneten Hauptkatalysator, dem ein elektrisch beheizbarer Wabenkörper, vorzugsweise mit zumindest die Oxidation fördernder katalytisch aktiver Beschichtung vorgeschaltet ist. Natürlich müssen auch die üblichen Meßsysteme für die Regelung der Abgasreinigung und die Motorsteuerung vorhanden sein.

Bei beiden Ausführungsbeispielen kann der elektrisch beheizbare Wabenkörper direkt beim Start des Verbrennungsmotors oder sogar schon einige Sekunden vorher eingeschaltet werden. Insbesondere, wenn kein Kohlenwasserstoffadsorber vorgeschaltet ist, kann ein Einschalten 1 bis 5 Sekunden vor dem Start des Verbrennungsmotors eine Abgasreinigung von Anfang an sicherstellen.

Die vorliegende Erfindung eignet sich besonders für Abgasanlagen von Kraftfahrzeugen zur kostengünstigen Abgasreinigung auch bei strengsten gesetzlichen Anforderungen.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Verbrennungsmotor
- 2a-f Teilabschnitte des Abgasstranges
- 3 Lufteinlaß
- 4 Dreiwegekatalysator
- 5 erste Wasserfalle

6 Kohlenwasserstoffadsorber		12. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei vor der ersten Wasserfalle (5) Mittel (11) zur Abfuhr von Wärme (Q) aus dem Abgasstrom vorhanden sind.
7 elektrisch beheizbarer Wabenkörper		13. Verfahren zum Betrieb einer Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der elektrisch beheizbare Wabenkörper (7; 17) spätestens ab dem Start des Verbrennungsmotors (1) beheizt wird.
8 Wabenkörper mit katalytisch aktiver Beschichtung		14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei der Verbrennungsmotor (1) bei einem Kaltstart zunächst fett mit Kraftstoffüberschuss betrieben wird, wobei so lange am einem Einlaß (3) für Luft Sekundär Luft zugegeben wird, bis der Verbrennungsmotor (1) mit einem stöchiometrischen Verhältnis von Kraftstoff und Luft oder einem mageren unterstöchiometrischen Verhältnis von Kraftstoff und Luft betrieben werden kann.
9 zweite Wasserfalle	5	15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Umschalten von fettem Betrieb des Verbrennungsmotors (1) auf stöchiometrischen oder unterstöchiometrischen Betrieb in Abhängigkeit von der Temperatur in dem für den Lastbetrieb ausgelegten Dreiwegekatalysator (4; 18) erfolgt, und zwar erst dann, wenn die dort gemessene oder berechnete Temperatur für die katalytische Abgasreinigung ausreicht.
10 Rückschlagklappe		16. Verfahren nach Anspruch 13, 14 oder 15, wobei zumindest die erste Wasserfalle (5) elektrisch beheizbar ist und während des Betriebs des Verbrennungsmotors (1) und/oder nach dessen Abschalten trocken geheizt wird.
11 Mittel zur Wärmeabfuhr		
12a-e Teilabschnitte des Abgasstranges		
17 elektrisch beheizbarer Wabenkörper		
18 Wabenkörper mit katalytisch aktiver Beschichtung (Dreiwege-Katalysator)	10	
Q Wärme		
S Strömungsrichtung des Abgasstromes		
Patentansprüche	15	
1. Anordnung zum Reinigen eines Abgasstromes eines Verbrennungsmotors (1) in Strömungsrichtung (S) des Abgases hintereinander mindestens enthaltend: eine erste Wasserfalle (5), einen elektrisch beheizbaren Wabenkörper (7; 17) und einen Wabenkörper (8; 18) mit katalytisch aktiver Beschichtung, die zumindest die Oxidation fördert, wobei der elektrisch beheizbare Wabenkörper (7; 17) und der Wabenkörper (8; 18) mit katalytisch aktiver Beschichtung auch ganz oder teilweise eine Baueinheit bilden können.	20	
2. Anordnung nach Anspruch 1, wobei hinter dem Wabenkörper (8; 18) mit katalytisch aktiver Beschichtung eine Rückschlagklappe (10) zur Verhinderung des Eindringens von Feuchtigkeit bei Stillstand des Verbrennungsmotors (1) angeordnet ist.	25	
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei hinter dem Wabenkörper (8; 18) mit katalytisch aktiver Beschichtung eine zweite Wasserfalle (9) angeordnet ist.	30	
4. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der ersten Wasserfalle (5) ein Dreiwegekatalysator (4) vorgeschaltet ist, der so dimensioniert ist, daß er allein oder zumindest in Verbindung mit den übrigen Komponenten (7, 8) die Abgasreinigung bei Lastbetrieb des Verbrennungsmotors (1) gewährleisten kann.	35	
5. Anordnung nach Anspruch 4, wobei der Abstand zwischen dem Auslaß des Verbrennungsmotors (1) und dem Dreiwegekatalysator (4) mindestens 30 cm, vorzugsweise mindestens 80 cm beträgt, insbesondere der Dreiwegekatalysator (4) ein Unterflur-Katalysator ist.	40	
6. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwischen dem Verbrennungsmotor (1) und der ersten Abgasreinigungskomponente (4; 5) ein Einlaß (3) für Luft vorhanden ist.	45	
7. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei vor dem elektrisch beheizbaren Wabenkörper (7), insbesondere hinter der ersten Wasserfalle (5), ein Kohlenwasserstoffadsorber (6) angeordnet ist.	50	
8. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens eine der Wasserfälle (5, 9) elektrisch beheizbar ist.	55	
9. Anordnung nach Anspruch 1, wobei der Wabenkörper (18) mit katalytisch aktiver Beschichtung ein Dreiwegekatalysator ist mit einer Dimensionierung, die für die Abgasreinigung bei Vollast ausreicht.	60	
10. Anordnung nach Anspruch 9, wobei der elektrisch beheizbare Wabenkörper (7; 17) ein Teilbereich des Wabenkörpers (8; 18) mit katalytisch aktiver Beschichtung ist.	65	
11. Anordnung nach Anspruch 9, wobei der elektrisch beheizbare Wabenkörper (7; 17) dem Wabenkörper (8; 18) mit katalytisch aktiver Beschichtung unmittelbar vorgeschaltet, vorzugsweise an diesem abgestützt ist.		

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

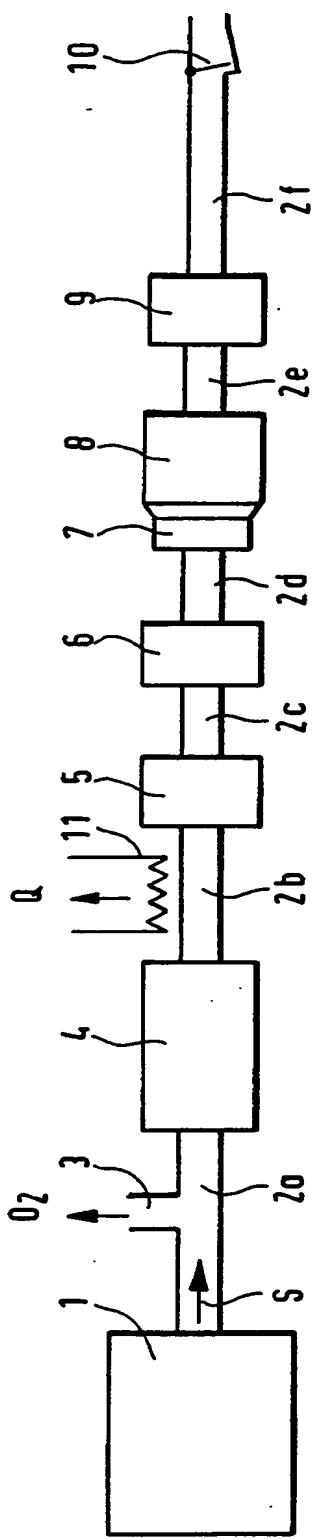


FIG. 2

